

(3)

⑨ 日本国特許庁 (JP)  
⑫ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭57-80649

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 J 37/252  
G 01 N 23/06  
H 01 J 37/22

識別記号  
庁内整理番号  
7129-5C  
2122-2G  
7129-5C

⑬ 公開 昭和57年(1982)5月20日  
発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 電子線エネルギー分析装置

⑯ 特 願 昭55-157008

⑰ 出 願 昭55(1980)11月10日

⑱ 発 明 者 砂子沢成人  
勝田市市毛882番地株式会社日立製作所那珂工場内

⑲ 発 明 者 窪添守起

勝田市市毛882番地株式会社日立製作所那珂工場内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所  
東京都千代田区丸の内1丁目5番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 平木道人

明 細 書

1. 発明の名称

電子線エネルギー分析装置

2. 特許請求の範囲

(1) 試料上で電子線を走査する手段と、透過電子線をエネルギー分析器に入射させる手段と、エネルギー分析器から出力される特定エネルギーの被分析電子線を検出する手段とを有する電子線エネルギー分析装置であって、試料上のある一点に電子線が照射されている間に、所望の分析エネルギー値の近傍で、その値を変化させる手段と、被分析電子線検出手段の出力電圧の強度に基づいて前記の点における所望の電子線エネルギーロス信号をバックグラウンドから識別する手段と、所望の電子線エネルギーロス信号を用いて所望の元素マッピング像を得る手段とを具備したことを特徴とする電子線エネルギー分析装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は電子線エネルギー分析装置に係り、特に特定元素によりエネルギー損失した電子線エネルギーロス信号を用いて試料像を表示するに好適な電子線エネルギー分析装置に関する。

第1図に従来の電子線エネルギー分析装置を示す。図において、電子線3は、レンズ2により試料4の面上に収束・照射される。試料4を透過した電子線3Aのあるものは、試料との相互作用により、そのエネルギーの一部を失っている。

透過電子線3Aはエネルギー分析器5に入射せられ、ここで、そのエネルギーに応じて、6a又は6bのように進行方向が分けられる。

図において、6aはエネルギー損失のないノーロスエネルギー電子線であり、6bはエネルギー損失のあるロスエネルギー電子線である。

したがって、スリット7の面上には、電子線のエネルギー・スペクトルが形成される。そこで、エネルギー分析器駆動電源13の電圧を変化させて分析エネルギー値を変化させると、電子線検出手段8で

なわち、増幅器9の出力には、電子線エネルギー・スペクトルが得られる。

この場合、良く知られているように、試料の組成元素により、電子線が損失するエネルギーは特性的に定まるので、得られた電子線エネルギー・スペクトルから試料の元素分析ができる。

いま、例えば、既知ピークに着目し、それに対応するエネルギー分析値となるようにエネルギー分析器駆動電源13を固定しておき、走査信号源12と偏向コイル1とで、電子線を試料4の面上で走査させ、同時に、この走査に同期してCRT11の偏向コイル10を駆動すれば、試料4上の元素分布がCRT11上に表示される。これを通常、元素マッピング像と呼んでいる。

第2図は、このような組成元素マッピングを行った場合のロスエネルギー（横軸）と、電子線検出器8の出力との関係を示す図である。なお、同図のグラフは、ロスエネルギーの低い範囲では比較的低倍率（図示例では1倍）で、一方、ロスエネルギーの高い範囲では比較的高倍率（図示例では10

倍）で、それぞれのスペクトルが描かれている。

この場合、電子線のエネルギー損失特性として、良く知られているように、電子線3が試料4の厚い部分を透過すると、電子線検出器8、増幅器9の出力に含まれるバックグラウンドが高くなる。

このため、例えば、既知ピークの現われるエネルギー値  $E_k$  にエネルギー分析器駆動電源13を設定し、その時の増幅器9の出力をCRT11に入力していても、第2図に点線Bdで示すように、バックグラウンドのレベルが大きくなると、本来のスペクトル特性  $S_p$  のピークとバックグラウンドの区別ができなくなるという欠点を生ずる。

このような欠点を改善するためには、例えば第3図に示すように、駆動電源13を、第1回目の走査では既知ピーク  $E_k$  の谷部に相当するエネルギー分析値  $(E_k - \Delta E)$  に設定して電子線エネルギー・スペクトルを求め、第2回目の走査では既知ピークの山部に相当するエネルギー分析値  $E_k$  に設定してスペクトルを求め、これら2つのスペクトルから試料厚みに起因するバックグラウンドを除去してE

ピークを求めることが考えられる。

しかしながら、試料の1回の走査には数100分、もしくはそれ以上の長時間を要する場合があります。前述のように、2回に分けてピークの山と谷を走査して、それぞれ試料像を移ようにすれば、所要分析時間が極めて長くなるばかりではなく、試料が変形またはドリフトを生ずるために、2つの試料像が合致しないことが多く、像処理によって電子線エネルギー・スペクトルを得ることが困難になるという欠点がある。

本発明の目的は、前述のような欠点がなく、一回の試料面上走査で、バックグラウンドから明確に識別された特定元素ピークを得ることができ、これによって迅速かつ正確に元素マッピング像を得ることのできる電子線分析装置を提供することにある。

前記目的を達成するために、本発明においては電子線を試料面上に集束照射して走査する際、ある一つの走査点毎に、目的とする分析エネルギー値の近傍で前記分析エネルギー値を変化させ、このときに得られる電子線検出器の出力信号強度の変化

状態から、目的とする電子線エネルギーロス信号とバックグラウンドとを識別するようにしている。

第4図に本発明の一実施例を示す。図において、第1図と同一の符号は同一または同等部分を示す。本実施例において、エネルギー分析器駆動電源13の出力レベルは、走査信号源12からの信号と同期して変化できるよう構成されている。

第5図は、その変化の1例を示したものである。電子線偏向コイル1および10のX走査の一段階において、すなわち、X走査信号Pのレベルが変化しない間に、エネルギー分析器駆動電源13の出力レベルQ、すなわち、分析器5の分析エネルギー値は、AおよびBの2段階のレベルに変化する。

この変化のレベルA、Bを第3図に示した特定元素のピーク位置でのロスエネルギー値  $E_k$  と、その前の谷位置でのロスエネルギー値  $(E_k - \Delta E)$  に対応させておくと、一回の走査で試料上の同一点から、ほぼ同時に  $I_1$ 、 $I_2$ （第3図）の信号を得ることができる。増幅器9の次に信号増幅器14（例えば前記5部を含むもの）を設け、ここで、

( $I_2 - I_1$ ) の信号処理を行えば、バックグラウンドによる信号を除去し、ピーク値に対応する信号のみで、元素マッピング像を CRT 11 に表示することができる。

すなわち、このとき試料の厚い部分からの信号があっても、バックグラウンドであれば、その信号(電子線強度)は、第3図の破線 Bd で示すように、ピークを持たず、しかも一様に減少する傾向を示すので、( $I_2 - I_1$ ) の値は負となり、一方、ピーク位置での ( $I_2 - I_1$ ) は必ず正になる。したがって、( $I_2 - I_1$ ) が負のときは、これを表示しない様に、信号演算器を構成してあげれば、バックグラウンドから識別された電子線エネルギーロス信号のみによる良好な元素マッピング像が得られる。

第6図は、減算器を用いた場合の信号演算器14のブロック図で、14Aはメモリ、14Bは減算器、14Cはエネルギー分析器駆動電源レベルのA、B切替に同期して切替えられるスイッチ、14Dは正入力のみを出力する判定器である。

例えば、分析器駆動電源レベルがAのときは、

ジとして重ね焼きする) ことによっても、同様の元素マッピング像が得られる。

さらに又、以上では、分析エネルギー選択信号としてのエネルギー分析器駆動電源レベルをA、B2段階に切替える例について述べたが、第7図(D)に示すように、X走査信号Pのレベルが変化しない間に、前記駆動電源レベルをA、B内で連続的に変化させるようにし、一方、第4図の信号演算器14を積分器で構成してもよい。

この場合、電子線検出器8の出力の微分は、第7図(D)のようになる。図(D)の左半は、第3図のスペクトル特性曲線SPに対応するものであり、右半はバックグラウンドBdに対応するものである。

明らかなように、元素ピークに対応する位置では、微分値が負→正→負と変化するが、バックグラウンドに対応する位置では微分値が常に負である。それ故に、正の微分信号のみを用いれば、良好な元素マッピング像を得ることができる。

本発明によれば、バックグラウンドの影響を受けない、明確なピーク位置で電子線ロス像が得られ

スイッチ14Cが上側に切替えられ、その時の電子線検出器8の出力  $I_2$  がメモリ14Aに記憶される。次に、電源レベルがBになると、スイッチ14Cが下側に切替えられ、その時の電子線検出器8の出力  $I_1$  が、さきメモリ14Aに記憶された信号  $I_2$  と共に、減算器14Bに加えられる。

減算器14Bでは ( $I_2 - I_1$ ) の減算が行なわれ、その差が正のときだけ、判定器14Dを介して CRT 11 に画像信号が送られる。

また、前記減算器14Bの代りに除算器を用いてもよい。このときは、 $I_2/I_1$  が1より大きい信号のみを半別器14Dによって選別し、その出力に基づいて CRT 上に元素マッピング像を描かせればよい。

なお、前記減算器または除算器は、本発明の必須要素ではない。すなわち、例えば、エネルギー分析器駆動電源レベルのA、Bに対応する電子線検出器8の出力  $I_2$ 、 $I_1$  をそれぞれ別々の CRT に供給して、別々に写真撮影を行ない、得られた2枚の写真を処理する(例えば一方をネガ、他方をポ

ジ上、短時間で像が抜けるので、試料のコンタミネーションあるいはドリフトによる像のズレが発生しない。それ故に、良好で精密な電子線エネルギー分析を行なうことが可能となる。

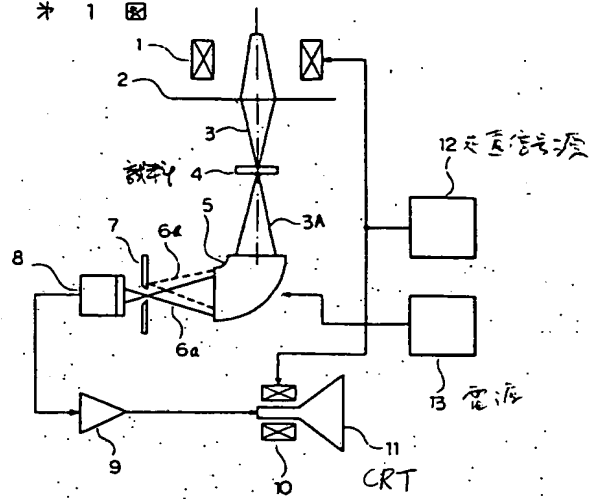
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の電子線エネルギー分析装置の概略構成図、第2図および第3図はロスエネルギーと電子線検出器出力との関係を示す図、第4図は本発明の一実施例の概略構成図、第5図はその動作を説明するための波形図、第6図は第4図の一部詳細ブロック図、第7図は本発明の他の実施例の動作を説明するための波形図である。

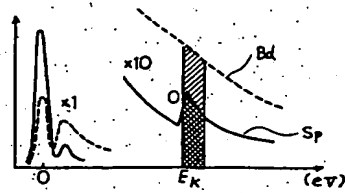
- 1…偏向コイル、2…レンズ、3…電子銃、
- 4…試料、5…エネルギー分析器、8…電子線検出器、11…CRT、12…走査信号源、
- 13…エネルギー分析器駆動電源、14…信号演算器

代理人弁理士 平 木 道 人

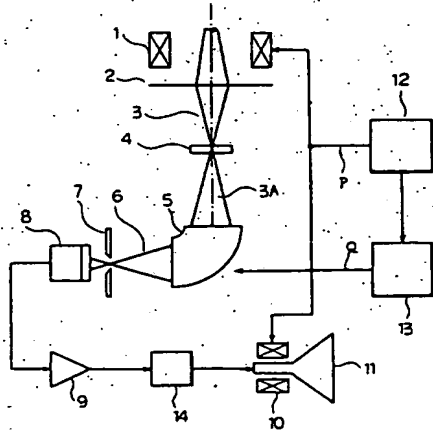
\* 1 図



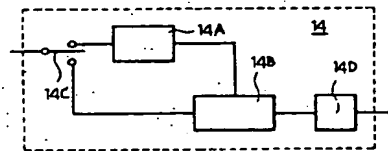
\* 2 図



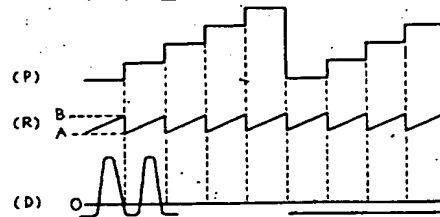
\* 4 図



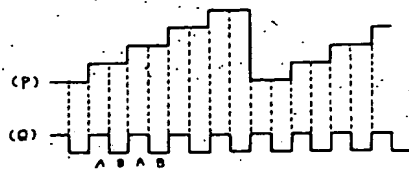
\* 6 図



\* 7 図



\* 5 図



\* 3 図

